

論文の内容の要旨

論文題目 博物館の収蔵庫に多用される木材の揮発成分とその文化財材質への影響

氏 名 及 川 規

1 はじめに

文化財の安全な保管は博物館や美術館の最も重要な責務であることから、これらの施設では適切な保存環境の維持管理が強く求められる。保存環境要素の一つが空気環境である。

ところで、博物館の収蔵庫内装材として木材、特にベイスギが推奨され、多用されている。東北歴史博物館(東歴博)でも一部収蔵庫でベイスギを用いていた(ベイスギ庫)。しかし新設時、ベイスギ庫の空気環境だけが著しい酸性傾向を示し、長期間改善されなかった。

実は、このような問題は東歴博だけでなく、他の多くの施設でも古くから問題となっていた。それにもかかわらず、その原因や、木材揮発成分が文化財に与える影響についてはほとんど検討が行われていなかった。

全国の博物館が抱えるこのような問題を背景に、本論題を設定し、以下の検討を行った。

2 新設博物館収蔵庫の空気環境

東歴博を対象に、新設博物館の空気環境を調査し、ベイスギ庫の酸性化が何に起因するかを検討した。内装材など仕様が異なる複数の収蔵庫の空気成分測定結果や使用材料の比較から、内装主材のベイスギが原因である可能性が高いと推定した。同時に、空気環境の改善処置(換気、空気清浄フィルターなど)とその効果も並行して検討した。また、酸性化の原因物質として、酢酸とギ酸に着目し、超純水捕集-イオンクロマト法による定量分析を行った。しかし意外なことに、酸性を示すベイスギ庫と、ほぼ中性の良好な状態の収蔵庫との間で、これらの濃度に大きな差は認められず、酸性化原因物質はこれら以外の成分の可能性もあることが示唆された。

3 ベイスギ揮発成分の性質とその文化財材質への影響

ベイスギ自体を対象に、揮発成分の特性とその文化財材質への影響について、GC-MS分析や文化財材質変質促進試験などにより検討した。その結果、ベイスギ揮発成分は酸性を示し、金属(鉄、銅)、顔料(密陀僧、鉛白、緑青)などを著しく変質させることを確認した。また、特徴的な成分としてヒノキチオールを検出した。

4 収蔵庫材料として多用されているスプルース、キリ、スギの各揮発成分の性質とその文化財材質への影響

収蔵庫内装材に多用されているスプルース、キリ、スギを対象に、3と同様の検討を行った(表1・2、図1)。さらにベイスギを含めた4樹種を比較し、文化財材質への影響の樹種依存性や収蔵庫・展示ケース材料としての適

表1 ベイスギ，スプルー，キリ，スギの各揮発成分による文化財材質の変質

文化財材質	金属		顔料 ²⁾		
	鉄	銅	密陀僧	鉛白	緑青
ベイスギ	+++ 黄赤色変 褐色斑点状さび	+++ 黄橙色変 黒褐色斑点状さび	黄灰色変	黄色変	黄緑色変
スプルー	++ 黒褐色放射状さび	++ 赤褐色変 黒褐色斑点状さび	白色変	NC	NC
キリ	± わずかにくもり	+ 赤褐色変 黒褐色斑点状さび	白色変	NC	NC
スギ	± わずかにくもり	+ 赤褐色変 黒褐色斑点状さび	NC	NC	NC
対照	NC	NC	NC	NC	NC

*1 NC=目視では変化なし．金属の変色の程度は"++"(著しい)~"±"(わずか)の4段階で評価

*2 胡粉，鉛丹，朱，べんがらは，目視では変化なし．

表2 ベイスギ，スプルー，キリ，スギの各揮発成分の特徴と文化財材質の変質の関係

	TVOC	Hn	酢酸	Ph	Fd	Ad	著しく変質した文化財材質
ベイスギ	227	5.63	8.08	0.02	0.64	0.07	(参考値: ピーク面積×10 ⁸) 鉄，銅，密陀僧，鉛白，緑青
スプルー	0.43	0	1.1	1.5	0.45	1.9	鉄，銅，密陀僧
キリ	0.20	0	0.23	0	0.14	0.50	銅，密陀僧
スギ	3.0	0	0.05	0.50	0.18	2.6	銅

*1 ベイスギ=1とした相対値．Hn=ヒノキチオール，Ph=フェノール，Fd=ホルムアルデヒド，Ad=アセトアルデヒド．

表3 特揮試験による文化財材質の変質

特揮成分	金属		顔料		
	鉄	銅	密陀僧	鉛白	緑青
ヒノキチオール	くもり	灰色斑点状さび	NC	黄色変	黄緑色変
酢酸	褐色さび(全面)	赤橙色変	白色変 ²⁾	白 ²⁾	青色変
ギ酸	黄褐色斑点状さび	黄黒褐色さび	白色変	NC	青白色変
ホルムアルデヒド	褐色斑点状さび	黒色さび	白色変	淡褐色変	NC
フェノール	NC	NC	NC	NC	NC
蒸留水	NC	わずかに赤色変	NC	NC	NC
対照	NC	NC	NC	NC	NC

*1 NC=目視では変化なし

*2 一度潮解し再度結晶化したような痕跡が認められた．

性について考察した．その結果，1)文化財材質に与える影響は樹種によって大きく異なり，ベイスギ > スプルー >> キリ > スギ の順で大きい，2)影響の度合いは，総揮発成分よりも，酢酸やヒノキチオールなど特定成分の量や割合に依存する可能性が高い，3) ベイスギでのみ鉛白と緑青が変色するなどの知見を得，ベイスギは4樹種の中では最も収蔵庫内装材料に適さない木材であると結論された．

5 ベイスギ・スプルー各揮発成分中の文化財材質の変質原因物質

文化財材質への影響が大きかったベイスギとスプルーを対象に，変質原因物質について検討した．木材揮発成分の中からいくつかの変質原因候補物質を選定し，それらをそれぞれ単独で文化財材質に作用させた場合(特揮試験，表3)と，木材揮発成分を作用させた場合(木揮試験)とで，レーザーラマンスペクトル(図2-4)などを比較することで，変質原因物質の推定を試みた．その結果，1)ベイスギ揮発成分中では，密陀僧の場合は酢酸，密陀僧以外の文化財材質(鉄，銅，鉛白，緑青)の場合はヒノキチオールが変質原因物質である可能性が高い，2)スプルー

ス揮発成分中では、密陀僧の変質原因物質は酢酸であるが、鉄や銅を変質させるのは、本研究で対象とした候補物質以外の成分である可能性が高いなどの知見を得た(表4)。

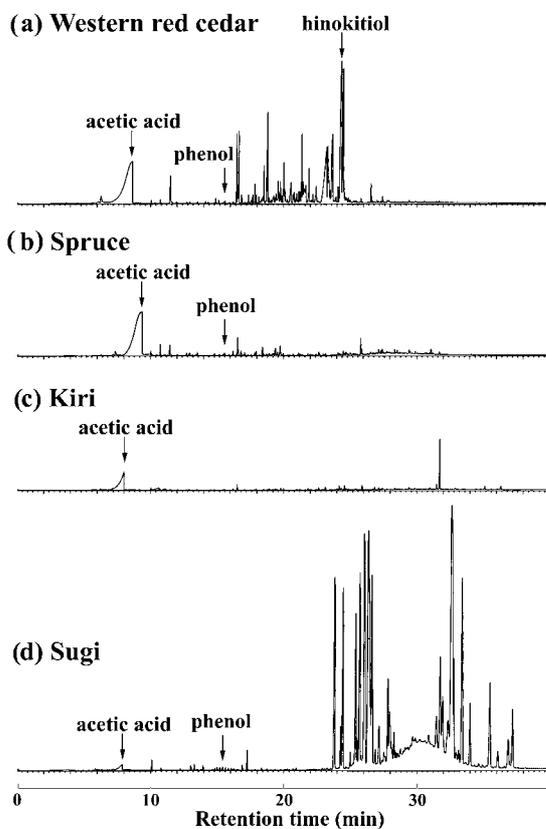


図1 ベイスギ, スプルース, キリ, スギのGC-MSスペクトル

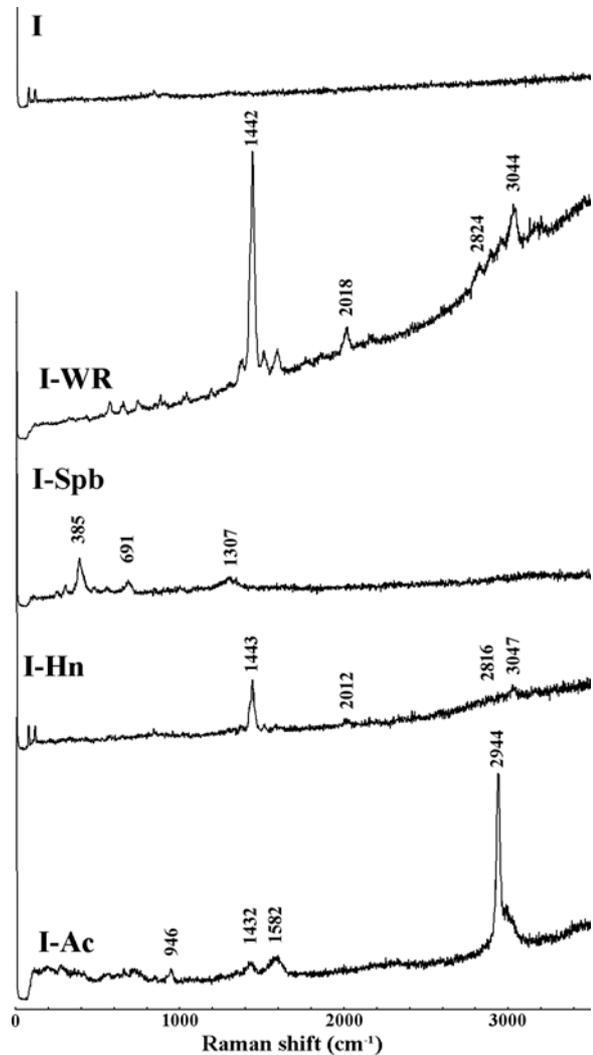


図2 鉄のLRスペクトル. I: 標準, I-WR: ベイスギ作用系, I-Spb: スプルース作用系, I-Hn: ヒノキチオール作用系, I-Ac: 酢酸作用系

表4 ベイスギおよびスプルース揮発成分中の変質原因物質

	ベイスギ		スプルース	
	目視による変化 ^{*1}	変質原因物質	目視による変化 ^{*1}	変質原因物質 ^{*2}
鉄	黄赤色変 褐色斑点状さび	ヒノキチオール	黒褐色放射状さび	UC (385)
銅	黄橙色変 黒褐色斑点状さび	ヒノキチオール	褐色斑点状さび	UC (595)
密陀僧	黄灰色変	酢酸	白色変	酢酸
鉛白	黄色変	(ヒノキチオール?)	NC	UC ?(BI)
緑青	黄緑色変	ヒノキチオール	NC	なし

*1 NC=目視では変化なし

*2 UC=構造不明物質. ()内の数値はLRスペクトルにおける特徴的なピークのラマンシフト(cm^{-1}), "BI"はバックグラウンドの増大.

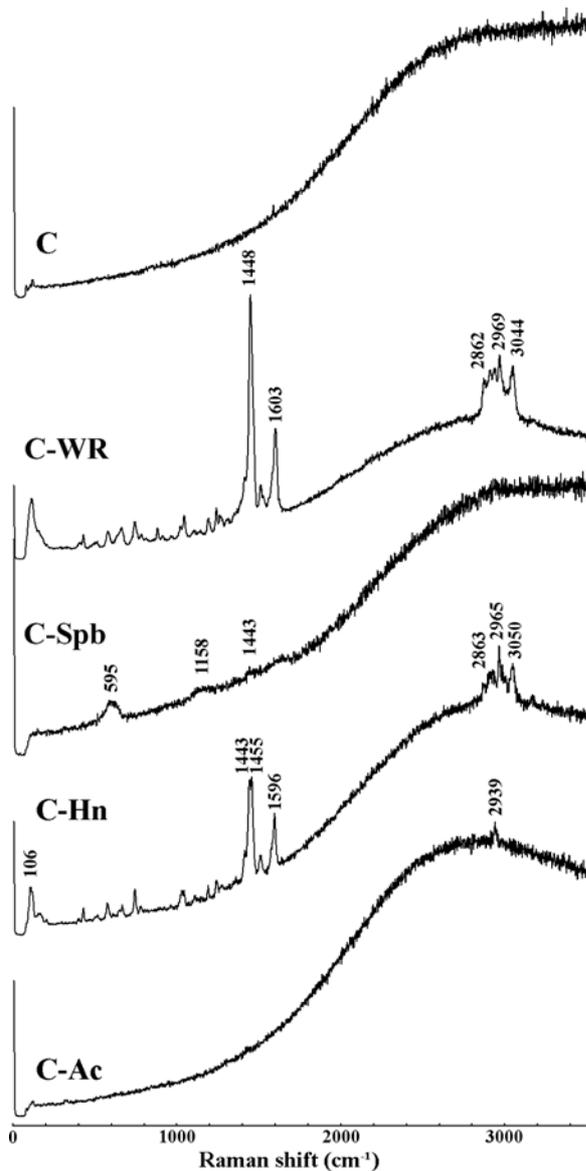


図 3 銅のLRスペクトル. C: 標準, C-WR: ベイスギ作用系, C-Spb: スプルス作用系, C-Hn: ヒノキチオール作用系, C-Ac: 酢酸作用系

6 まとめ

本研究の結果, これまで収蔵庫材料として推奨されてきたベイスギが, 本実験条件下では最も文化財材質への影響が大きく, また変質原因物質も, 樹種や文化財材質によっては, 木質系収蔵庫の汚染因子としてこれまで着目されていた酢酸や辛酸以外の成分の影響が大きい可能性があるなど, 文化財の保存・空気環境対策を考える上で重要な知見を得た. 今後は, 変質発現条件(濃度, 温度)や汚染因子の低減化や除去方法等について検討する予定である.

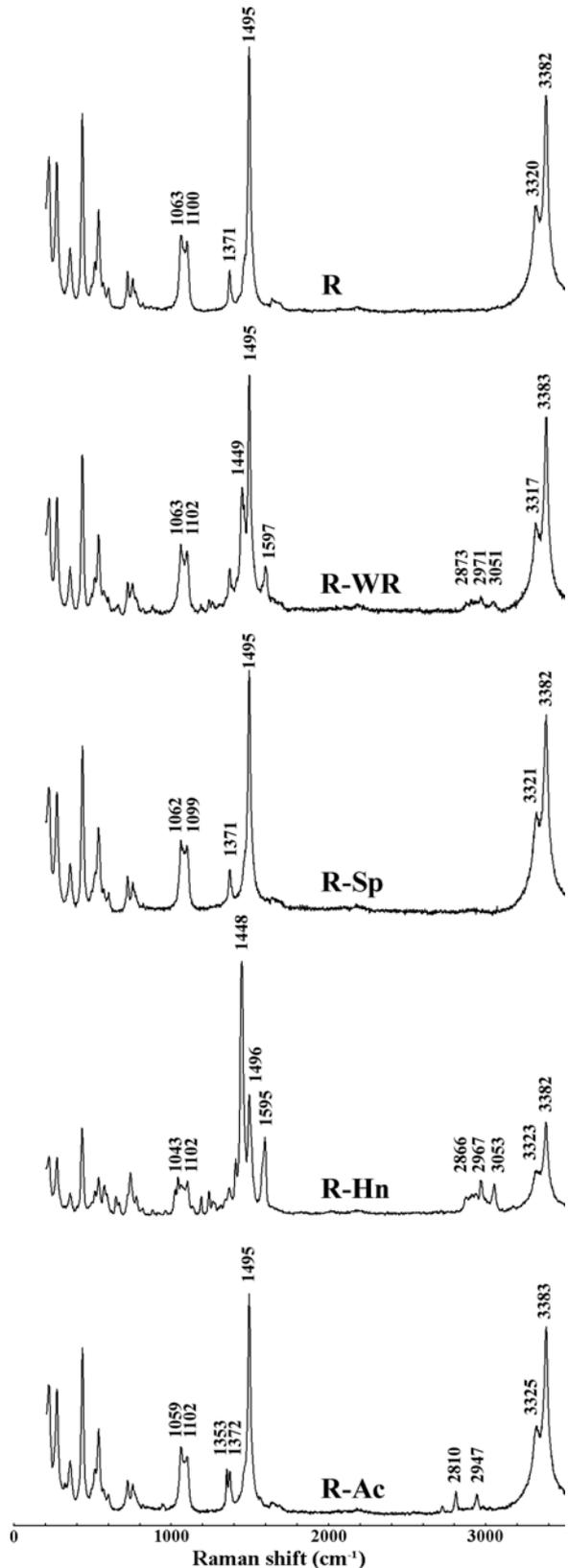


図 4 緑青のLRスペクトル. R: 標準, R-WR: ベイスギ作用系, R-Sp: スプルス作用系, R-Hn: ヒノキチオール作用系, R-Ac: 酢酸作用系